

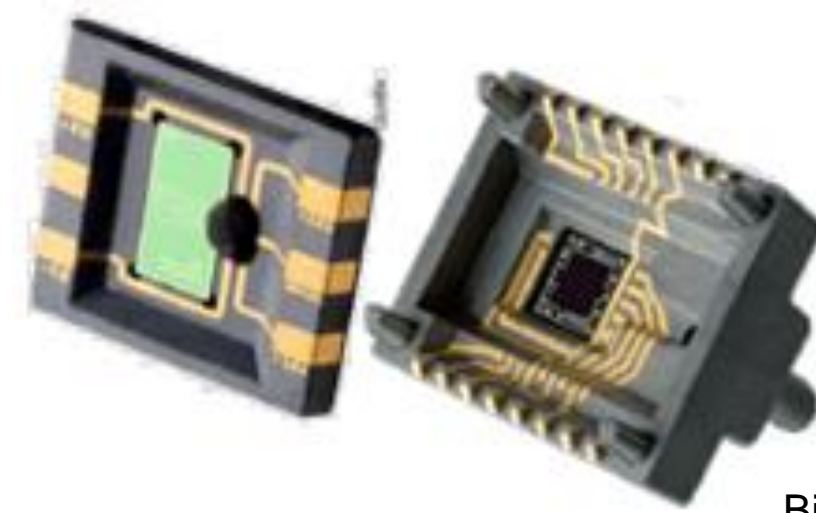


## Technologische Vereinigung des Spritzgießens mit der Oberflächenfunktionalisierung

- Mit der In-Mold Technologie zu werkzeugfallenden 3D-MID-Bauteilen -

### Motivation

- Trend geht in Richtung Funktionalisierung von Bauteilen → Funktion mehrerer Komponenten wird durch ein einziges Bauteil übernommen
- Beispiel: Vereinigung von Kunststoff- mit Elektronikbauteilen
- Spritzgegossene Schaltungsträger (Molded Interconnect Devices, MID)



Bildquelle: Harting

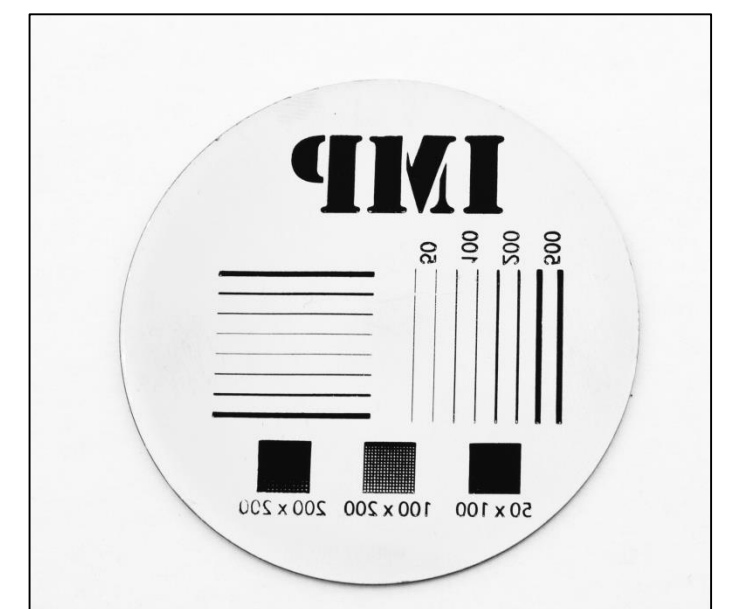
- Herstellung bzw. Weiterverarbeitung herkömmlicher MID-Bauteile ist in der Serie jedoch energie-, zeit- und kostenintensiv
- Prozesstechnische Alternative zur Herstellung von MID-Bauteilen sinnvoll, bei welcher die Leiterbahnaufbringung ohne zusätzliche Schritte und ohne nasschemische Prozesse auskommt

### Grundidee der Umsetzung

- Ursprünglicher Ansatz: Direkte Applizierung von Dekorationen mittels Tampondruckverfahren auf die Werkzeugwand mit anschließendem Stoffübertrag auf die Formteiloberfläche während der Einspritzphase



- Werkzeugfallende Bauteildekoration ohne nachgelagerten Druckprozess (mitsamt der ggf. notwendigen Oberflächenvorbehandlung)
- Statt Dekorationsfarben können auch elektrisch leitfähige Substanzen genutzt werden → werkzeugfallende MID-Bauteile



Für die Werkzeugwand repräsentativer Druck auf einen metallischen Einleger



Substanz bzw. Farbe wurde werkzeugfallend auf den Kunststoff übertragen

## Weiterentwicklung zur In-Mold Funktionalisierung mittels elektrischer Leiterbahnen

### Übertragung des Prinzips:

Weiterentwicklung der Inline-Dekoration zur Inline-Funktionalisierung mittels elektrischer Leiterbahnen an der Bauteiloberfläche. Statt Dekorationsfarben werden hierbei elektrisch leitfähige Substanzen durch geeignete Druckverfahren auf die Werkzeugwand appliziert und beim Überströmen der Kunststoffschmelze auf das entstehende Formteil übertragen. Als Ergebnis sind die leitfähigen Substanzen in der Oberfläche eingebettet und fungieren als elektrische Leiterbahnen.

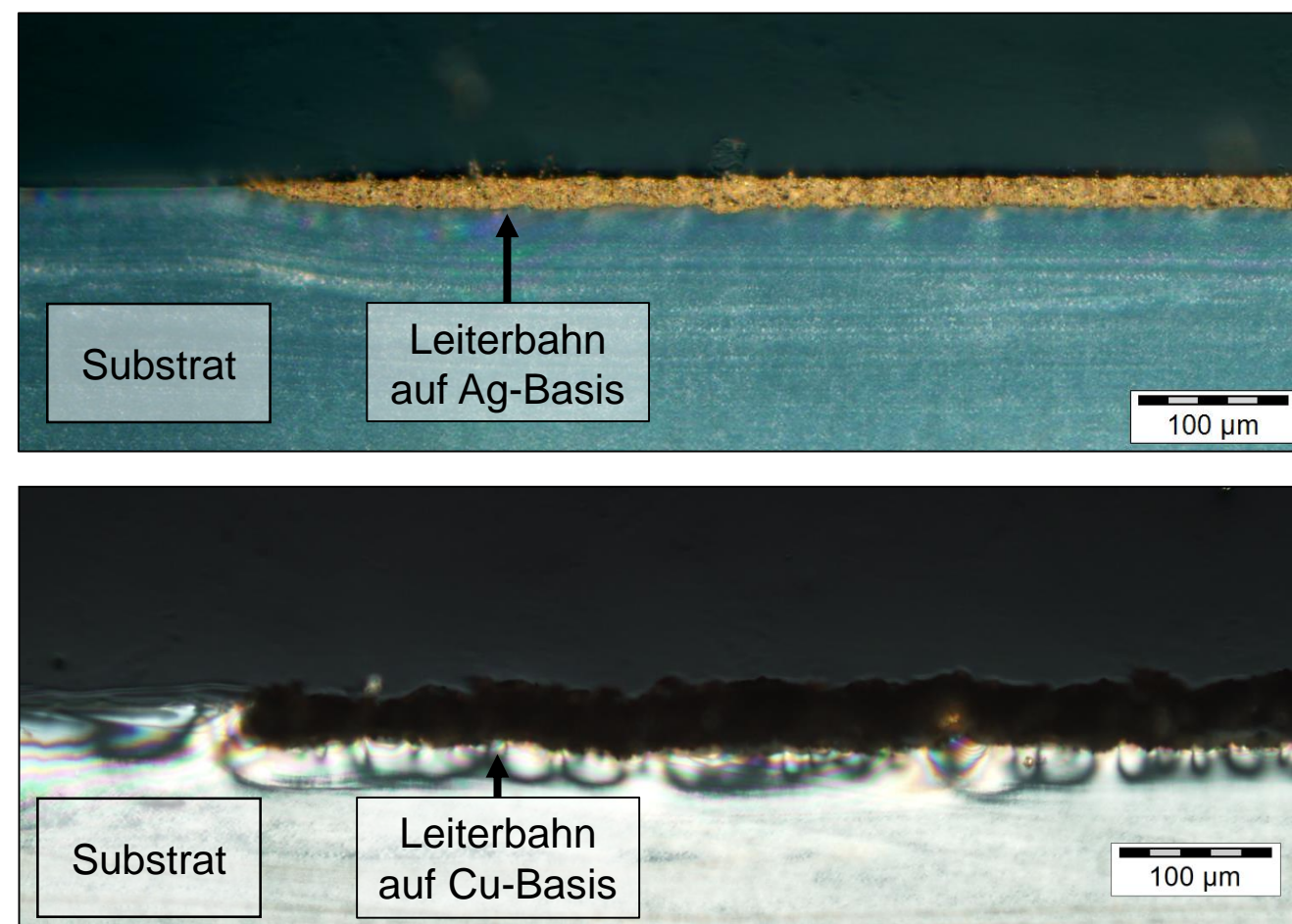
### Durchführung erster Machbarkeitsstudien:

**Substratmaterialien:** Polyamid 66 (PA66), Polycarbonat (PC), Polypropylen (PP), Polybutadienterephthalat (PBT), Polyethylenterephthalat (PET), Polystyrol (PS)

**Leitfähige Substanzen:** PEDOT:PSS, Kohlenstofftinten, Silber- (Ag) und Kupferhaltige (Cu) Leitpasten,



In Vorversuchen hergestellte oberflächenfunktionalisierte Prüfkörper aus PA66 und leitfähigen Substanzen auf Silber- (links) und Kupferbasis (rechts).



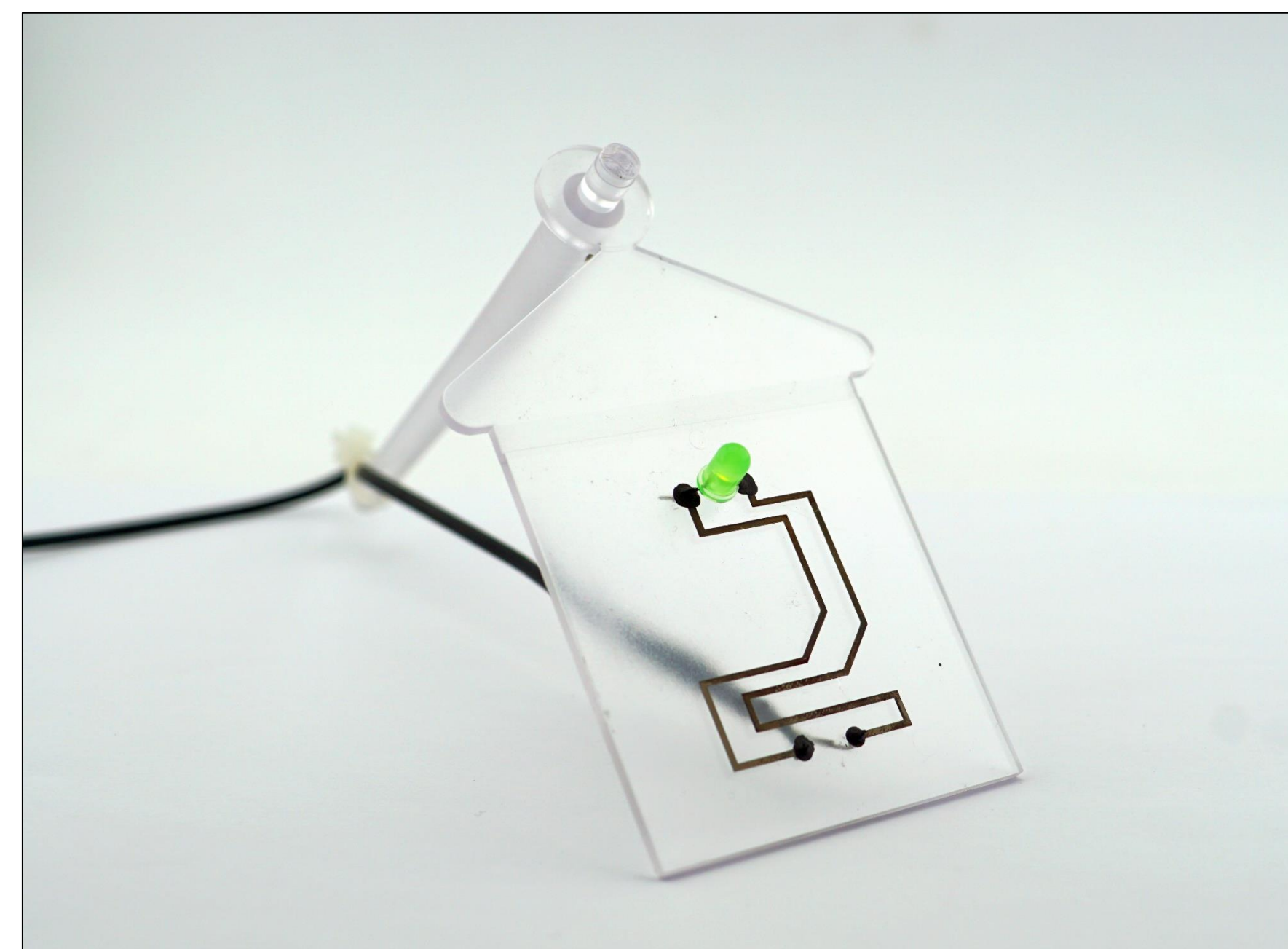
Lichtmikroskopische Aufnahmen der Probenquerschnitte der in die PA66-Oberfläche eingebetteten Leiterbahnen auf Silber- (oben) und Kupferbasis (unten).

### Ergebnis:

Nach Applizierung des Motives auf die Werkzeugoberfläche mittels Schablonendruck konnte unter anderem am Beispiel von PA66 innerhalb eines geeigneten Prozessfensters ein vollständiger Stoffübertrag der leitfähigen Substanzen vom Werkzeug auf die Formteiloberfläche realisiert werden. Eine Reinigung der Werkzeugoberfläche war daher nicht notwendig.

### Technischer Ausblick für den Prozess:

- Absehbare Vorteile:**
- Deutliche Verkürzung der Prozesskette zur Herstellung von MID-Bauteilen denkbar
  - Reduktion der benötigten Teile durch Funktionsintegration, entfallender Montageaufwand
  - Keine Laseraktivierung oder nasschemischen Prozesse zum Leiterbahnaufbau notwendig



Erste Demonstratorenbauteile aus Polyestern mit repräsentativ aufgebrachten Leiterbahnen mitsamt ankontaktierten LED's.



- Weitere Schritte:**
- Weitere Miniaturisierung der Leiterbahnen durch Optimierung der Applikationsmöglichkeiten
  - Erweiterung der einsetzbaren Substrat-Substanz-Kombinationen
  - Ermittlung weiterer Prozessfenster den Stoffübertrag